

■原著

定型発達幼児における運動遊びの嗜好と関節弛緩性の関係

Relationship between preference for physical activity and joint laxity in typically-developing preschool children

高橋 恵里^{1,2}, 小野 治子¹, 新田 収²Eri Takahashi^{1,2}, Haruko Ono¹, Osamu Nitta²

要旨：【目的】定型発達幼児における運動遊びの嗜好と関節弛緩性の関係を検討した。【方法】定型発達幼児 57 名（月齢 54 か月から 81 か月）を対象とした。アンケート調査にて遊びの嗜好について尋ね、運動遊び群と非運動遊び群に分けた。関節弛緩性について Beighton Score を用いて評価した。【結果】運動遊びの嗜好に性差はなく、運動遊びを好む児は運動を伴わない遊びを好む児に比較して有意に体幹および下肢の関節弛緩性の発症率が低いことが分かった。さらに、ロジスティック回帰分析により、運動遊びの嗜好に関連する因子に体幹および下肢の関節弛緩性が選択された。ROC 解析にて求めた Beighton Score のカットオフ値は 0.5 であった。【結論】体幹および下肢の関節弛緩性は、運動遊びの嗜好と関連する重要な徴候である可能性が示唆された。

キーワード：定型発達幼児、運動遊び、好み、関節弛緩性

I はじめに

関節弛緩性とは、年齢および性別、人種から予想される正常な関節可動域よりも大きな可動域がみられる状態を指す^{1,2)}。乳児期および幼児期の関節弛緩性の発症率は高く、成長に伴いその発症率は低下する³⁻⁵⁾。関節弛緩性の発症原因および成長に伴う軽減の関連因子は明らかにされていないが、先天的な因子としては発達性協調運動障害 (Developmental Coordination Disorder, 以下 DCD)⁶⁾ およびダウン症などの遺伝性疾患⁷⁾ が挙げられる。関節弛緩性を有することは、関節痛⁸⁾、就学以降のスポーツ障害⁹⁾、運動発達の遅れ¹⁰⁾、協調

運動能力の低下および歩行能力獲得の遅れ¹¹⁾ との関係があると報告されている。また、関節弛緩性を有すると、関節からの固有覚情報の減少¹²⁾ や最適な筋張力を下回ること¹¹⁾ で動作の協調性や姿勢の安定性に影響すると考えられる。

運動を伴う遊びは、幼児の日常的な身体活動そのものである¹³⁾。幼少期の身体活動は肥満、生活習慣病の予防、体力向上に寄与すると報告されている¹⁴⁾。また、幼児の遊びの好みが身体活動量¹⁵⁾ に影響するとの報告がある。

運動遊びやその嗜好の関連因子に関節弛緩性が想定されるものの、定型発達幼児の運動遊びの嗜

1 東北福祉大学健康科学部リハビリテーション学科 Department of Rehabilitation, Faculty of Health Sciences, Tohoku Fukushi University

2 首都大学東京大学院人間健康科学研究科理学療法科学域 Department of Physical Therapy, Graduate School of Human Health Sciences, Tokyo Metropolitan University

表 1 Beighton Score

項目	陽性判定基準	肢位, その他
母指	手関節および母指の手根中手関節を他動的に掌屈し、前腕掌面に母指を接触できる。	肩関節屈曲 90°, 肘関節伸展位, 前腕回内位とする。両側母指について評価する。
MCP5	MCP5 を他動的に 90° 以上背屈できる。	両側 MCP5 について評価する。
肘関節	肘関節を他動的に 10° 以上伸展できる。	両側肘関節について評価する。
膝関節	膝関節を他動的に 10° 以上伸展できる。	両側膝関節について評価する。
脊柱	立位体前屈した時, 手掌全体を床につくことができる。	両膝関節伸展位とする。

MCP5: 第 5 中手指節間関節

好と関節弛緩性との関係は十分に検討されていない。幼児期後期は就学に向けた準備を行う重要な時期であり、運動遊びやその嗜好に関連する因子を明らかにすることで、運動発達を促すための有用な知見を得ることができると考えた。

そこで本研究では、幼児期後期にあたる 4 から 6 歳の発達障害などの診断を受けていない定型発達児を対象に、運動遊びの嗜好と関節弛緩性の関連を探索的に検討することを目的とした。

II 方法

1. 対象

対象は、保育所および幼稚園で募集された幼児 82 名のうち、除外基準該当者 1 名、測定 of 未完了者 6 名、アンケート調査未回答者 (欠損項目があった場合を含む) 18 名を除いた 57 名 (男児 32 名, 女児 25 名) とした。対象者の月齢は 54 か月から 81 か月までであり、平均月齢 ± 標準偏差は 70.5 ± 6.2 か月であった。除外条件は、DCD、自閉症スペクトラム障害 (Autism Spectrum Disorder, 以下 ASD) および注意欠陥・多動性障害 (Attention-Deficit Hyperactivity Disorder, 以下 ADHD) などの発達障害の診断を有する場合、知的障害の診断を有する場合、脳性麻痺などの明らかな神経系疾患を有する場合と、課題遂行が困難な視力障害等を有する場合とした。

対象者とその保護者には本研究の趣旨と内容を書面で説明し、書面で同意を得た。本研究の内容は首都大学東京研究倫理安全審査を受け承認された (承認番号 17076)。

2. 測定・調査項目

1) Beighton Score

関節弛緩性は、Beighton Score (以下、BS) を用

いて評価した。BS は一般的に用いられている関節弛緩性の評価法であり^{3,8)}、幼児を対象とした場合の ICC は 0.99 と高い再現性が報告されている⁸⁾。評価項目は、母指、第 5 中手指節間関節 (以下、MCP5)、肘関節、膝関節、脊柱の 5 項目であった。各項目の陽性の判定基準は、表 1 の通りとした。MCP5、肘関節、膝関節の判定にはプラスチック製のゴニオメーターを用いた。母指、MCP5、肘関節、膝関節については両側を評価し、各項目の陽性は 1 点とした。総合点の範囲は 0 から 9 点であり、点数が大きいほど関節弛緩性がみられる関節が多いことを意味した。

幼児期の運動遂行能力および関節痛等の徴候には、特に下肢の関節弛緩性の影響が大きいと報告されている¹⁶⁻¹⁸⁾。さらに、幼児は効き足が定まっていないことが多く¹⁹⁾、脊柱の陽性判定基準である立位体前屈はハムストリングスの柔軟性の評価指標となっている²⁰⁻²²⁾ことから、両側の膝関節および脊柱の合計点を総合的な下肢の関節弛緩性を反映する指標として解釈することとし、各対象者について BS 合計に加えて BS 体幹下肢合計および BS 上肢合計の点数を算出した。BS 体幹下肢合計は、両側の膝関節および脊柱の合計点とし、範囲は 0 から 3 点であった。BS 上肢合計は、両側の母指、両側の MCP5 および両側の肘関節の合計点とし、範囲は 0 から 6 点であった。

2) 遊びの嗜好

保護者に対するアンケート調査として、「お子様の好きな遊びは何ですか」という問いに対して自由記述にて回答を求めた。アンケートの回答より、好きな遊びを「外遊び」「戦いごっこ」「自転車」などの運動遊びと、「ままごと」「お絵かき」「ブロック」などの運動を伴わない遊びに分類した。運動

表2 好きな遊びの回答内容

運動を伴う遊び	n	運動を伴わない遊び	n
外遊び	32	ままごと	16
戦いごっこ	7	お絵かき	15
自転車	6	ブロック	14
ボール遊び	5	電車・車	10
鬼ごっこ	2	折り紙・工作	7
縄跳び	1	カードゲーム	7
		歌	5
		絵本	4
		ゲーム	3

遊びのみを回答した者および運動遊びと運動を伴わない遊びの両者を回答した者を運動遊び群、運動を伴わない遊びのみを回答した者を回答した者を非運動遊び群に分類した。

3. 統計解析

運動遊び群と非運動遊び群間で、 χ^2 検定を用いて性別について比較した。運動遊び群と非運動遊び群間で、月齢、身長、体重、BS合計、BS上肢合計、BS体幹下肢合計についてShapiro-Wilk検定を用いて正規分布に従うかを確認し、その結果に基づいてt検定もしくはMann-Whitney U検定を用いて比較した。次に、運動遊びを好むもしくは運動を伴わない遊びを好む(運動を伴う：1、運動を伴わない：0)をそれぞれ従属変数とし、2群間比較において有意確率が0.25未満²³⁾であった項目と月齢を独立変数として、尤度比による変数増加法を用いたロジスティック回帰分析²³⁾を行った。多重共線性の問題に対しては、独立変数間でSpearmanの順位相関係数を用いて相関分析を行い、相関係数0.90以上の強い相関²³⁾を認める項目がないか確認した。最後に、運動遊びを好むもしくは運動を伴わない遊びを好むを判別する基準値を検討するために、ロジスティック回帰分析にて有意に選択された変数に対して、受信者動作特性曲線解析(Receiver Operating Characteristic curve analysis；以下、ROC解析)を行い、曲線下面積(Area Under the Curve；以下、AUC)と感度・特異度を算出し、カットオフ値をYouden indexを用いて決定した。全ての統計解析にはSPSS Statistics 22(IBM社製)を用い、有意水準は5%とした。

III 結果

1. 対象者の基本属性

対象者の平均身長±標準偏差は110.8±6.0 cm、体重の中央値(四分位値)は18.3(17.2–21.0)kgであった。

2. 遊びの嗜好の回答

保護者へのアンケート調査にて、好きな遊びとして回答された内容を表2に示す。回答結果より、42名が運動遊び群、15名が非運動遊び群に分類された。

3. 運動遊びの嗜好と基本属性

基本属性について、運動遊び群と非運動遊び群の群間比較を行った結果を表3に示す。運動遊びの嗜好に関して、性別に有意な偏りはみられず、月齢、身長、体重に有意差はなかった。

4. 運動遊びの嗜好とBS

BSについて、運動遊び群と非運動遊び群の群間比較を行った結果を表4に示す。運動遊びの嗜好に関して、BS合計、BS上肢合計に有意差は認めなかったが、BS体幹下肢合計において非運動遊び群では運動遊び群と比較して有意に高い結果となった。

5. 運動遊びの嗜好に関連する因子の検討

運動遊びの嗜好についての群間比較で有意確率0.25未満であった月齢、性別、BS合計、BS体幹下肢合計について相関分析を行ったところ、相関係数0.9以上の強い相関を認める項目はなかった(表5)。多重共線性の問題はないと判断し、月齢、性別、BS合計、BS下肢の4項目を用いてロジスティック回帰分析を行った結果、運動遊びの嗜好に関連する因子にBS体幹下肢合計(オッズ比：1.98、95%信頼区間：0.99–3.97、 $p = 0.039$)が選択された。モデル χ^2 検定の結果は有意であり、Hosmer-Lemeshowの適合度検定より適合度が良く、判別の中率は75.4%であった(表6)。

ロジスティック回帰分析で選択されたBS体幹下肢合計についてROC解析を行った結果、AUCは0.68であり、カットオフ値は0.5点(感度52.0%、特異度81.2%)であった(表7)。

IV 考察

本研究では、定型発達幼児を対象に、運動遊び

表3 運動遊びの嗜好による基本属性の比較

	対象者 (n = 57)	運動遊びの嗜好		p 値
		運動遊び群 (n = 42)	非運動遊び群 (n = 15)	
性別 (男/女)	32 / 25	26 / 16	6 / 9	p = 0.142
月齢 (ヶ月)	70.5 ± 6.2	70.5 ± 6.8	70.5 ± 4.6	p = 0.996
身長 (cm)	110.8 ± 6.0	109.9 ± 6.4	112.5 ± 5.2	p = 0.260
体重 (kg)*	18.3 (17.2-21.0)	18.1 (17.2-21.4)	19.1 (16.7-20.3)	p = 0.552

運動遊び群：好きな遊びに運動を伴う遊びのみを回答した者および運動を伴う遊びと運動の伴わない遊びの両者を回答した者

非運動遊び群：好きな遊びに運動を伴わない遊びを回答した者

*中央値(四分位範囲)

表4 運動遊びの嗜好による Beighton Score の比較

	対象者 (n = 57)	運動遊びの嗜好		p 値
		運動遊び群 (n = 42)	非運動遊び群 (n = 15)	
合計 (点)	3.0 (1.0-4.0)	2.5 (1.0-4.0)	3.0 (2.0-6.0)	p = 0.096
上肢合計 (点)	2.0 (1.0-3.5)	2.0 (1.0-3.0)	3.0 (1.0-5.0)	p = 0.397
体幹下肢合計 (点)	0.0 (0.0-1.0)	0.0 (0.0-1.0)	1.0 (0.0-1.0)	p = 0.046

運動遊び群：好きな遊びに運動を伴う遊びのみを回答した者および運動を伴う遊びと運動の伴わない遊びの両者を回答した者

非運動遊び群：好きな遊びに運動を伴わない遊びを回答した者

上肢合計：両側母指、両側第5中手指節間関節および両側肘関節の合計点

体幹下肢合計：両側膝関節および脊柱の合計点

中央値(四分位範囲)

表5 独立変数間での相関分析

	月齢	性別	BS 合計
性別	0.05		
BS 合計	- 0.05	0.25	
BS 体幹下肢合計	- 0.01	0.37*	0.53**

**p < 0.01 *p < 0.05

BS 合計：Beighton Score の合計点

BS 体幹下肢合計：Beighton Score の両側の膝関節および脊柱の合計点

表6 運動遊びの嗜好に関連する因子

	p 値	オッズ比	オッズ比の 95%信頼区間	
			下限	上限
BS 体幹下肢合計	0.039	1.98	0.99	3.97

モデル χ^2 検定 p = 0.048, Hosmer-Lemeshow の適合度検定 p = 0.545, 判別率 75.4%

BS 体幹下肢合計：Beighton Score の両側の膝関節および脊柱の合計点

表7 運動遊びの嗜好を判定するカットオフ値と感度、特異度、AUC の結果

	カットオフ値(点)	感度 (%)	特異度 (%)	AUC
BS 体幹下肢合計	0.5	52.0	81.2	0.68

BS 体幹下肢合計：Beighton Score の両側の膝関節および脊柱の合計点

の嗜好と関節弛緩性の関係を検討した。運動遊びの嗜好に性差はなく、総合的な下肢の関節弛緩性を反映すると考えられる体幹および下肢の関節弛緩性の合計点について、運動遊びを好む児は運動を伴わない遊びを好む児に比較して有意に合計点が低いことが分かった。さらに、運動遊びの嗜好に関連する因子に、関節弛緩性のうち体幹および下肢の合計点が選択された。求められた関節弛緩性のカットオフ値から、一側の膝関節もしくは脊柱の関節弛緩性を有すると運動遊びの嗜好に影響を及ぼす可能性があることが分かった。

本研究の結果において、運動遊びの好みに性差はみられなかった。金ら²⁴⁾は幼児期の運動遊びの好みに性差がないことを、Dinella ら²⁵⁾は幼児が興味を示すおもちゃに性差がないことを報告しており、本研究の結果はこれらの先行研究の結果を支持するものであった。

関節弛緩性のうち、BS 合計および BS 上肢合計については運動遊びの嗜好との関連はなく、総合的な下肢の関節弛緩性を反映すると考えられる BS 体幹下肢合計については運動遊びの嗜好との関連がみられた。運動遊びの嗜好に関連する因子には、月齢、性別、BS 合計は選択されず、BS 体幹下肢合計のみが選択された。また、求められたカットオフ値から、一側の膝関節もしくは脊柱の関節弛緩性を有すると運動遊びの嗜好に影響を及ぼす可能性があることが分かった。これまでに、関節弛緩性と運動遂行能力に関するとの報告^{16,26)}があり、運動遂行能力が運動遊びの嗜好に影響した可能性が考えられる。特に BS 体幹下肢合計のみが運動遊びの嗜好と関連したことは、BS のうち膝関節の関節弛緩性が運動遂行能力との相関が最も強く¹⁶⁾、関節痛などの多くの徴候に下肢の関節弛緩性が影響していること^{17,18)}が関係していると考えられる。関節の可動性が大きいと協調的な運動の難易度が上がることが知られており²⁷⁾、関節からの固有覚情報の減少¹²⁾や最適な筋張力を下回ること¹¹⁾で動作の協調性や姿勢の安定性に影響する。体幹および下肢は上肢よりも運動および姿勢保持に関わるため、その影響が大きくなった可能性が考えられる。つまり、本研究の結果から、体幹および下肢の関節弛緩性は

運動遊びの嗜好と関連する重要な徴候である可能性が示唆された。

DCD と診断された児の関節弛緩性と運動遂行能力に関する¹⁶⁾と報告されている。幼児期は DCD が未診断であることが多い²⁸⁻³⁰⁾ことから、本研究の対象者に DCD を有する児が含まれていた可能性があり、今後は協調運動の評価を併せて行い、DCD と関節弛緩性および運動遊びの嗜好の関係性について検討したい。

本研究の限界として、横断研究であるため運動遊びの嗜好と関節弛緩性の因果関係が不明であることが挙げられる。また、保護者を対象としたアンケートを用いて運動遊びの嗜好について尋ねたため、保護者の想いや本人の意思が影響した可能性が考えられ、実際の遊びの状況および身体活動量との関係が不明であることが挙げられる。本研究では、就学に向けた支援が重要になる幼児期後期の定型発達児を対象としたが、今後はより直接的に身体活動量について調べることに加え、遊びの嗜好および身体活動量と関節弛緩性の因果関係について調べるため、より多くの幅広い年齢層の対象者について縦断的に調査し検討を続けたい。

V 結論

本研究では、幼児期後期の定型発達児を対象に、運動遊びの嗜好と関節弛緩性の関係を検討した。本研究の結果から、運動遊びの嗜好に性差はなく、運動遊びを好む児は運動を伴わない遊びを好む児に比較して有意に体幹および下肢の関節弛緩性の発症率が低いことが分かった。体幹および下肢の関節弛緩性は、運動遊びの嗜好と関連する重要な徴候である可能性が示唆された。

利益相反

本研究に関して、開示すべき利益相反はない。

文 献

- 1) Hakim A, Grahame R: Joint hypermobility. *Best Pract Res Clin Rheumatol*. 2003; 17: 989-1004.
- 2) Simmonds J V, Keer R J: Hypermobility and the hypermobility syndrome. *Man Ther*. 2007; 12: 298-309.

- 3) Singh H, McKay M, Baldwin J, et al.: Beighton scores and cut-offs across the lifespan: cross-sectional study of an Australian population. *Rheumatology*. 2017; 56: 1857–1864.
- 4) Larsson L G, Baum J, Mudholkar G S, et al.: Hypermobility: prevalence and features in a Swedish population. *Br J Rheumatol*. 1993; 32: 116–119.
- 5) Beighton P, Solomon L, Soskolne C L: Articular mobility in an African population. *Ann Rheum Dis*. 1973; 32: 413–418.
- 6) Kirby A, Davies R: Developmental coordination disorder and joint hypermobility syndrome: overlapping disorders? Implications for research and clinical practice. *Child Care Health Dev*. 2007; 33: 513–519.
- 7) Romeo D M, Lucibello S, Musto E, et al.: Assessing joint hypermobility in preschool-aged children. *J Pediatr*. 2016; 176: 162–166.
- 8) Smits-Engelsman B, Klerks M, Kirby A: Beighton score: a valid measure for generalized hypermobility in children. *J Pediatr*. 2011; 158: 119–123.
- 9) Konopinski M, Graham I, Johnson M I, et al.: The effect of hypermobility on the incidence of injury in professional football: A multi-site cohort study. *Phys Ther Sport*. 2016; 21: 7–13.
- 10) Engelbert R H, Kooijmans F T, van Riet A M, et al.: The relationship between generalized joint hypermobility and motor development. *Pediatr Phys Ther*. 2005; 17: 258–263.
- 11) Romeo D M, Velli C, Lucibello S, et al.: Joint laxity in preschool children born preterm. *J Pediatr*. 2018; 197: 104–108.
- 12) Maillard S, Murray K J: Hyper mobility syndrome in children. Volume 4. Hyper mobility syndrome: recognition and management for physiotherapists, Butterworth Heinemann Elsevier Limited, 2003, pp.33–47.
- 13) Herrington S, Brussoni M: Beyond physical activity: The importance of play and nature-based play spaces for children's health and development. *Curr Obes Rep*. 2015; 4: 477–483.
- 14) Ortega F B, Ruiz J R, Castillo M J, et al.: Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *Int J Obes*. 2008; 32: 1–11.
- 15) Liu J, Sekine M, Tatsuse T, et al.: Outdoor physical activity and its relation with self-reported health in Japanese children: results from the Toyama birth cohort study. *Child Care Health Dev*. 2015; 41: 920–927.
- 16) Jelsma L D, Geuze R H, Klerks M H, et al.: The relationship between joint mobility and motor performance in children with and without the diagnosis of developmental coordination disorder. *BMC Pediatr*. 2013; 13: 35.
- 17) Ferrari J, Parslow C, Lim E, et al.: Joint hypermobility: the use of a new assessment tool to measure lower limb hypermobility. *Clin Exp Rheumatol*. 2005; 23: 413–420.
- 18) Gedalia A, Person D A, Brewer E J Jr, et al.: Hypermobility of the joints in juvenile episodic arthritis/arthritis. *J Pediatr*. 1985; 107: 873–876.
- 19) 荒木智子, 鳥居俊: 足部形態の発育と手足の機能分化の検討. 理学療法—臨床・研究・教育. 2007; 14: 34–41.
- 20) Aye T, Kuramoto-Ahuja T, Han H, et al.: Comparison of immediate effects between two medical stretching techniques on Hamstrings flexibility. *J Phys Ther Sci*. 2017; 29: 1518–1521.
- 21) Ohtsuki K, Suzuki T: A comparison of the immediate changes in subjects with chronic low back pain effected by lower back pain exercises and direct stretching of the tensor fasciae latae, the hamstring and the adductor magnus. *J Phys Ther Sci*. 2012; 24: 97–100.
- 22) Hasebe K, Okubo Y, Kaneoka K, et al.: The effect of dynamic stretching on hamstrings flexibility with respect to the spino-pelvic rhythm. *J Med Invest*. 2016; 63: 85–90.
- 23) 対馬栄輝: SPSSで学ぶ医療系多変量データ解析. 東京図書, 東京, 2008, pp97–135.
- 24) 金美珍, 小林正子, 中村泉: 幼児期の運動や運動遊びの経験が学童期の子どもの生活・健康・体力に及ぼす影響. 小児保健研究. 2011; 70: 658–668.
- 25) Dinella L M, Weisgram E S, Fulcher M: Children's gender-typed toy interests: does propulsion matter? *Arch Sex Behav*. 2017; 46: 1295–1305.
- 26) Tirosh E, Jaffe M, Marmur R, et al.: Prognosis of motor development and joint hypermobility. *Arch Dis Child*. 1991; 66: 931–933.
- 27) Johnston L M, Burns Y R, Brauer S G, et al.: Differences in postural control and movement perfor-

- mance during goal directed reaching in children with developmental coordination disorder. *Hum Mov Sci.* 2002; 21: 583-601.
- 28) 中井昭夫 : ADHDと発達性協調運動症(DCD). *精神医学*. 2017; 59: 247-252.
- 29) Howlin P, Asgharian A: The diagnosis of autism and Asperger syndrome: findings from a survey of 770 families. *Dev Med Child Neurol.* 1999; 41: 834-839.
- 30) 広瀬宏之 : ADHD自然経過・成人移行, データで読み解く発達障害. 平岩幹男(編), 中山書店, 東京, 2016, pp.36-38.

Abstract :

Objectives: To investigate the relationship between preference for physical activity and joint laxity in typically-developing preschool children.

Methods: We evaluated joint laxity using Beighton score in 57 preschool children with typical development (54-81 months-of-age). Joint laxity scores and demographic information (age, gender, height, and body weight) were compared according to their preferences for physical activity. The relationship between preference for physical activity and joint laxity was statistically examined using logistic regression analysis and receiver operating characteristic analysis.

Results: There was no significant difference in demographic information according to their preferences for physical activity. The total score of joint laxity in both knee joints and trunk was significantly low in children who preferred physical activity. In logistic regression analysis, the total score of joint laxity in both the knee joints and trunk were associated with preference for physical activity (odds ratio, 1.98; 95% CI, 0.99 - 3.97; $p < .05$). The optimal cutoff point on the total score of both knee joints and trunk was 0.5 for children with a preference for physical activity.

Conclusions: This study suggests that the total score of joint laxity in both knee joints and trunk is related to preference for physical activity, and it would be an important sign.

Key words : typically developing preschool children, physical activity, preference, joint laxity

(2019年3月8日 原稿受付)